

**OPTIMASI FUEL LOADING PATTERN DENGAN CONSTRAINT PADA
INVENTORI FUEL ASSEMBLY MENGGUNAKAN METODE QUANTUM-
INSPIRED EVOLUTIONARY ALGORITHM**

oleh

M. Rizki Oktavian
12/333715/TK/40058

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 8 April 2016
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
sarjana S-1 Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Manajemen bahan bakar nuklir dilakukan dengan melakukan optimasi susunan bahan bakar (*fuel loading pattern*) pada teras reaktor. Dalam praktiknya, optimasi susunan bahan bakar sulit dilakukan karena kompleksnya permasalahan kombinatorial yang perlu diselesaikan. Oleh karena itu, digunakan *Quantum-inspired Evolutionary Algorithm* (QEA), yang mampu menyelesaikan permasalahan kombinatorial lebih cepat dibanding metode konvensional. Tujuan utama penelitian ini adalah mendapatkan susunan perangkat bakar dalam teras reaktor KSNP-1000 yang optimal dengan tidak merubah inventori *fuel assembly*.

Teras KSNP-1000 dimodelkan dalam paket kode SRAC dengan menggunakan modul PIJ untuk pin bahan bakar dan *fuel assembly* serta modul CITATION untuk susunan *fuel assembly* dalam simetri $\frac{1}{4}$ teras. Adaptasi problem optimasi dengan QEA dilakukan dengan merepresentasikan 52 *fuel assembly* dalam *Q-bit individual* sepanjang 8 Q-bit. Q-bit kemudian diubah menjadi nilai bit yang bersesuaian dan kemudian diberi bobot yang akan digunakan sebagai pertimbangan optimasi. Program optimasi dikopel dengan SRAC untuk dapat memperoleh nilai k_{eff} dan PPF. Optimasi dihitung berdasarkan nilai *fitness* yang merupakan fungsi dari k_{eff} dan PPF dengan faktor bobot tertentu.

Menggunakan nilai sudut rotasi, $\Delta\theta=0,02\pi$ dan faktor bobot, $w=0,041$, dilakukan optimasi susunan teras reaktor pada tingkat *burnup* 360 hari. Dari hasil optimasi, didapat nilai k_{eff} dan PPF berturut-turut 1,11233 dan 1,944. Dengan menghitung nilai k_{eff} pada berbagai tingkat *burnup*, didapat nilai *cycle length* reaktor adalah 659 hari dengan nilai PPF pada BOC sebesar 2,19. Dibanding teras KSNP-1000 standar yang mempunyai *cycle length* 560 hari, konfigurasi teras hasil optimasi mampu meningkatkan panjang siklus reaktor sebesar 17,67%.

Kata Kunci : *Optimasi, fuel loading pattern, QEA, cycle length, k_{eff} , PPF.*

FUEL LOADING PATTERN OPTIMIZATION WITH CONSTRAINT ON FUEL ASSEMBLY INVENTORIES USING QUANTUM-INSPIRED EVOLUTIONARY ALGORITHM

by

M. Rizki Oktavian
12/333715/TK/40058

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on *April 6th, 2016*
in partial fulfillment of the Degree of
Bachelor Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

Nuclear fuel management was done by optimizing fuel loading pattern in a reactor core. Practically, doing fuel loading pattern optimization was difficult because of its combinatorial problem complexity which needed to be solved. Therefore, Quantum-inspired Evolutionary Algorithm (QEA) which could solve combinatorial problem faster than conventional method was used. The main purpose of this research was to obtain an optimum fuel loading pattern of KSNP-1000 reactor core without altering fuel assembly inventories.

KSNP-1000 core was modelled in SRAC code package using PIJ module for fuel pins and fuel assemblies lattices and CITATION module for fuel assemblies pattern in $\frac{1}{4}$ core symmetry. Optimization problem adaptation using QEA was done by presenting 52 fuel assemblies in Q-bit individual with length of 8 Q-bits. Q-bits were converted to corresponding bit values and then given weight which would be used as consideration to optimize the pattern. The optimization program was coupled with SRAC code to obtain k_{eff} and PPF value. The optimization was calculated based on fitness value which was a function of k_{eff} and PPF values with particular weight factor.

Using a rotation gate angle of $\Delta\theta=0.02\pi$ and a weight factor of $w=0,041$, fuel loading pattern optimization was done on 360 days burnup level. The optimization resulted k_{eff} and PPF value of 1.11233 and 1.944 respectively. By calculating k_{eff} value on various burnup level for the chosen core loading pattern, reactor cycle length obtained was 659 days with PPF at BOC was 2.19. Compared to the standard KSNP-1000 core which had 560 days of cycle length, the optimized core configuration increased 17.67% in cycle length.

Kata Kunci : *Optimization, fuel loading pattern, QEA, cycle length, k_{eff} , PPF.*